

ارزیابی مناطق تهران از منظر شاخص‌های ساختاری جنگل‌های شهری

سارا زارع^{۱*}، منوچهر نمیرانیان^۲، حسین شعبانعلی فمی^۳، جهانگیر فقهی^۴ و افشین دانه‌کار^۵

^۱ دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ استادگروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۳ دانشیار گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

^۴ دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۵ دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۴)

چکیده

این پژوهش با توجه به اهمیت موضوع تفاوت‌های منطقه‌ای در برنامه‌های راهبردی کشور و همچنین تأثیر مستقیم جنگل‌های شهری در توسعه پایدار شهرها، به شناسایی تفاوت‌های منطقه‌ای از منظر شاخص‌های جنگلداری شهری در تهران پرداخته است. بر این اساس، شش شاخص شناسایی و داده‌های متناظر با آنها از شهرداری تهران و سازمان پارک‌ها و فضای سبز تهران، برای نه منطقه از شهر تهران گردآوری شد. به منظور وزن‌دهی شاخص‌ها برای ایجاد شاخص ساختاری جنگلداری شهری تهران، از روش تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده و شاخص‌های ساختاری برای مناطق محاسبه و سطح‌بندی شد. برای رفع اختلاف مقیاس، از روش تقسیم بر میانگین استفاده شد. مجموع مجذورات بارهای عاملی چرخش‌یافته و مجموع مجذورات بارهای عاملی استخراج‌شده نشان داد این سه عامل در مجموع قابلیت نمایان کردن ۸۷/۶۰۹ درصد واریانس‌ها را داشتند. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که مناطق ۲۲ و ۴ تهران از لحاظ شاخص‌های جنگلداری شهری در رتبه‌های اول و دوم‌اند و شرایط مناسب‌تری نسبت به سایر مناطق تهران دارند. در حالی که مناطق ۱۱، ۱۶ و ۱۰ تهران در رتبه‌های آخر جای گرفتند. تهیه شاخص‌های ترکیبی برای جنگل‌های شهری تهران، اولین بار در این پژوهش با هدف همراستایی بیشتر طرح‌های تصویب‌شده با نیازهای شهروندان و ارتقای کیفیت زندگی آنان انجام گرفت.

واژه‌های کلیدی: شاخص ساختاری، جنگلداری شهری، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی.

مقدمه و هدف

اکثر شهرهای بزرگ در آسیا بیشترین تراکم جمعیت شهری را نسبت به دیگر شهرهای بزرگ جهان دارند و در سال‌های آینده نیز روند افزایش تراکم در آنها ادامه خواهد داشت بنابراین توجه به اجرای پروژه‌های سبز شهری و توسعه سطح درختان شهر برای سلامت شهروندان این شهرها و پایداری آنها الزامی است (Seamans, 2013). از سوی دیگر، تمایل سیاستگذاران برای شناسایی تفاوت‌های بین مناطق مختلف از منظر شاخص‌های ساختاری با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌ها از جمله موضوعاتی است که در چند سال اخیر در کانون توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است (Kenney *et al.*, 2011)، زیرا یکی از مهم‌ترین الزامات برای قرار گرفتن در مدار توسعه پایدار، توجه به ویژگی‌های منطقه‌ای برای تعادل بخشی و تخصیص بهینه منابع بین مناطق است (Maser, 1994; Roseland *et al.*, 2003; Haughton and Hunter, 2005). در اکوسیستم‌های شهری، جریان ماده و انرژی به‌شدت ناپایدار و شکننده است و از این رو باید به‌طور مداوم مورد مراقبت، کنترل و اصلاح قرار گیرد و چه‌بسا در غیر این‌صورت انهدام سیستم، یعنی فروپاشی پایداری شهری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (بهرام سلطانی، ۱۳۷۹). مطالعات جهانی نشان می‌دهد درخت اقتصادی‌ترین عنصر طبیعی در شهرهاست که به‌دلیل مصرف کمتر آب نسبت به سایر عناصر، نگهداری آن هزینه‌ی اضافی نخواهد داشت (Akerlund *et al.*, 2006). توسعه مناطق واجد درخت به مرور زمان تأثیر بسزایی در کاهش مشکلات زیستی شهرها دارد و این مسئله از نظر کسی پنهان نیست (Prescott, 1991). درختان قادرند تمامی بخش‌های یک شهر را به‌هم پیوند دهند و سبب برقراری نظم و انسجام اجزای مصنوعی شهرها شوند. از دیدگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری، توسعه جنگل‌های شهری مفهومی وسیع‌تر از توسعه پوشش گیاهی و بهبود شرایط محیط طبیعی شهر دارد. منظور از

توسعه جنگل‌های شهری، در واقع نوعی ساماندهی و نظم‌بخشی به فضاهای پراکنده و متنوع درختی است که به‌صورتی نظام‌یافته به‌هم‌دیگر متصل می‌شوند. در نتیجه پیکر فشرده و سنگین شهر در بستر وسیعی از درختان و فضاهای پرجاذبه مجال تنفس، فراغت و تحرک دلخواه پیدا می‌کند و از این‌ نظر جنگلداری شهری، یکی از محورهای اصلی الگوی کاربری زمین در مقیاس شهری است و در واقع نقش چندمنظوره ایفا می‌کند (زارع و همکاران، ۱۳۸۸).

در واقع عناصر درختی می‌توانند با تأثیرات سوء گسترش صنعت و کاربری‌های فناوری در حیطه شهرها مقابله کنند و نیز سبب افزایش کیفیت زیستی شهرها شوند. به‌همین دلیل نگهداری و توسعه درختان در شهرها برای استفاده همه‌جانبه از مزایای آن در جهان، به‌صورت علم کاربردی جنگلداری شهری توسعه‌یافته و بر آن است که توسعه اکوسیستم‌های درختی در شهرها را با استفاده از مناطق بدون استفاده توسعه دهد یا از منابع موجود درختی به بهترین شکل نگهداری کند (Helms, 1998). میلر در سال ۱۹۹۷، هنر، علم و تکنولوژی مدیریت درختان و منابع جنگلی را در داخل و اطراف اکوسیستم‌های جامعه شهری برای کسب مزایای اقتصادی، اجتماعی و فیزیولوژیکی ناشی از جوامع درختی به‌عنوان علم جنگلداری شهری معرفی کرد (Helms, 1998). جنگلداری شهری در عرصه علوم طبیعی دارای اهداف و عملکردهای وسیعی بوده و به‌عنوان رویکردی نو در اکوسیستم‌های شهری می‌تواند مدیریت فضای سبز واجد درختان را در داخل و حومه شهر بر عهده گیرد (زارع و همکاران، ۱۳۸۸).

از منظر مطالعات شهری، جنگل‌های شهری در زمره زیرساخت‌های توسعه به‌شمار می‌روند (Christensen, 1996). مطالعات آژانس محیط زیست اروپا نشان داد ملاک توسعه‌یافتگی شهر و معیار مهم شهرهای پایدار، وجود جنگل‌های شهری است (EEA, 1995)، زیرا توسعه پایدار شهری مستلزم

دارند که سبب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود. همچنین وی تأثیر پارک‌ها در پایداری شهرها را در پارک‌های طبیعی بررسی کرد.

وجود مجموعه‌ای از منابع طبیعی و شرایط اکولوژیک شهرها از جمله منابع آب و خاک، میزان آلودگی هوا، سطح فضای سبز و اجد درخت و... و همچنین سیاست‌ها و خط مشی‌های منطقه‌ای در هر منطقه، در بروز این تفاوت‌ها تأثیر بسزایی دارند که می‌توانند تفاوت‌ها و نابرابری‌های مناطق مختلف یک شهر را تبیین کنند (USDA, 2005). هدف این پژوهش در وهله اول بررسی تفاوت‌های منطقه‌ای شهر تهران از منظر جنگلداری شهری با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌هاست و در سپس سطح‌بندی مناطق با استفاده از شاخص‌های ترکیبی است.

مفهوم شاخص و معیارهای جنگلداری شهری از سال ۱۹۹۴ در گردهمایی مدیریت پایدار در جنگل‌های بودآن در سوئیس مطرح شد (Kenney et al., 2011). Barker and Kenney (2012) شاخص‌های جنگلداری شهری در کانادا و شاخص‌های ساختاری جنگل‌های شهری جهان را بررسی کردند. نتایج نشان داد که مساحت درختکاری‌های شهری و سطح اکوسیستم‌های طبیعی یا مصنوعی دارای درخت از جمله شاخص‌های ساختاری جنگل‌های شهری است و بسته به منطقه تحقیق ممکن است تغییر یابد.

شاخص‌های ساختاری با استفاده از مجموعه‌ای از متغیرهای منفرد به‌منظور عملکرد سیاست‌ها و برنامه‌های کشورها یا مناطق مختلف یک کشور ساخته می‌شوند (Kenney et al., 2011). این شاخص‌ها ابزارهای بسیار سودمندی برای بررسی عملکرد کشورها و مناطق محسوب می‌شوند و برای بررسی عملکرد حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و فناوری کاربردهای گسترده‌ای دارند. به همین دلیل استفاده از آنها طی سال‌های اخیر افزایش یافت و تا سال ۲۰۰۶ حدود ۱۶۰ شاخص ترکیبی به دنیا معرفی شد (OECD, 2008). از جمله این

وجود شهری سالم است که از تمامی مزایای جنگل‌های شهری و تأثیرات آن بر اقلیم شهر و روحیه شهروندان برخوردار باشد (Christensen, 1996).

این پژوهش با توجه به اهمیت موضوع تفاوت‌های منطقه‌ای در برنامه‌های راهبردی کشور و همچنین تأثیر مستقیم جنگل‌های شهری در توسعه پایدار شهرها، به شناسایی تفاوت‌های منطقه‌ای از منظر شاخص‌های جنگلداری شهری در تهران پرداخته است. شاخص‌های جنگل‌های شهری سلسله‌مراتبی نیستند و با توجه به اولویت دسته‌بندی می‌شوند. این شاخص‌ها شامل سه دسته کلی ساختاری و عملکردی و فرایندی‌اند (USDA, 2005). در این پژوهش شاخص‌های ساختاری جنگل‌های شهری مد نظر بوده و در تعیین شاخص‌های ساختاری، عملکرد محیط زیستی جنگل‌های شهری و سطح موجود آن لحاظ شده است.

مساحت درختکاری‌ها، پارک‌های جنگلی، رفیوژها، از شاخص‌های ساختاری جنگلداری شهری است (USDA, 2005). در این زمینه، جمعیت منطقه تحقیق و سرانه فضای درختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا جمعیت بر سطح مطالبات مردم از جنگلداری شهری تأثیر دارد (FAO, 2004). آلودگی هوا نیز از سایر عامل‌های مورد توجه در این زمینه و مؤثر بر ساختار جنگل‌های شهری یک منطقه است (Burton, 2002).

FAO (2004) جنگلداری شهری را راه‌حلی برای مشکلات محیط زیستی کشورهای در حال توسعه معرفی کرده و راهبرد میان‌مدتی را برای ترویج و توسعه جنگلداری شهری با تأکید بر کشورهای در حال توسعه تدوین کرده است. (Prescott 1991) جنگل شهری را از عوامل اساسی بهبود سطح پایداری شهرها و یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه پایدار معرفی کرد. Chiesura (2004) جنگل‌های شهری را از مؤلفه‌های کلیدی توسعه پایدار شهرها برشمرد و ذکر کرد که جنگل‌های شهری خدمات محیط زیستی

ساختاری جنگل‌های شهری به‌طور خلاصه شامل سطح و سرانه فضای واجد درخت در شهرها و آلودگی هواست. نتایج پژوهش (Dobbs *et al.*, 2011) نشان داد میزان استاندارد شاخص سطح جنگلکاری داخل شهری برای شهرهایی با یک میلیون نفر جمعیت، در هر کیلومتر مربع، ۲۴۰۰ متر مربع درختکاری و میزان استاندارد سطح معابر واجد درخت و پارک‌های جنگلی به ترتیب ۲۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ متر مربع در هر کیلومتر مربع است. او استاندارد سرانه فضای درختی شهرها را ۱۰ متر مربع عنوان کرده است. نتایج پژوهش (Segnestam, 2002) نشان داد استاندارد شاخص آلودگی هوا صفر روز در سال بر حسب تعداد روز ناسالم در سال است. استاندارد تراکم جمعیت در شهرهایی با بیش از یک میلیون نفر نیز ۲۵ متر مربع است (شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۸۹).

طرح شهرهای سالم، شهرهای سبز، تهیه شاخص‌های شهری طبق نظر دبیرخانه اسکان بشر و نیز فعالیت‌هایی که پیش از این در خصوص توسعه پایدار شهری مطابق معاهدات و مصوبه‌های کنفرانس ریو انجام می‌گیرد، از اقدامات شایان ذکر در ادبیات تحقیق است (ریبئی فر و همکاران، ۱۳۹۲). مشابه این پژوهش تاکنون در ایران انجام نگرفته است. از جمله پژوهش‌های مرتبط در داخل کشور می‌توان به پژوهش توفیق اشاره کرد که با استفاده از چهار شاخص و براساس روش تحلیل عاملی، آنها را سطح‌بندی کرد. این پژوهش توسعه پایدار منطقه‌ای را با توجه به نرخ شهرنشینی مطالعه کرد (توفیق، ۱۳۷۲). امیراحمدی (۱۳۷۵) نیز علل اصلی روندهای مشاهده‌شده در زمینه تفاوت‌های منطقه‌ای استانی و سیاست‌های دولتی را بررسی کرد. براساس نتایج این پژوهش، مناطق در سه سطح توسعه‌یافته، نسبتاً توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته طبقه‌بندی شدند. فدافن و همکاران (۱۳۹۳) در ارزیابی پایداری گردشگری از شاخص ترکیبی استفاده کردند و مناطق مورد نظر را رتبه‌بندی کردند.

شاخص‌ها می‌توان به شاخص کیفیت فیزیکی^۱، شاخص پس‌اندازهای خالص^۲ و شاخص جای پای بوم‌شناختی^۳ اشاره کرد (Singh *et al.*, 2009). شاخص پایداری محیط زیست^۴ (Yale University, 2006) و شاخص زمین زنده^۵ (OECD, 2008) نیز از جمله شاخص‌های معرفی شده‌اند. Wilson *et al.* (2006) رابطه بین شش شاخص در ۱۳۲ کشور را بررسی کرد. نتایج نشان داد به دلیل استفاده از مبانی نظری متفاوت و همچنین کاربرد متغیرهای فرعی مختلف، خوشه‌های متفاوتی برای کشورها محاسبه می‌شود. (Mederly, 2003) در پژوهش خود با استفاده از شاخص‌های بین‌المللی و بومی کردن شاخص‌ها، شاخص ترکیبی پایداری را برای مناطق مختلف کشور هلند محاسبه کرد. در پژوهش دیگری در هند، شاخص‌هایی برای تعیین سطح اختلاف توسعه، شناسایی و انتخاب شد. در این مطالعه یک شاخص بر پایه چند شاخص فرعی با استفاده از روش تحلیل عاملی برای ایالت‌های مختلف محاسبه و توسعه ایالت‌ها بر اساس این شاخص‌ها تعیین شد (Das, 1999). همچنین (Miron *et al.*, 2009) با استفاده از روش تحلیل عاملی، شاخص ساختاری را برای ۸ منطقه کشور رومانی تهیه و این مناطق را سطح‌بندی کردند. در پژوهش دیگری که برای محاسبه سطح توسعه مناطق و استان‌های کشور ترکیه انجام گرفت، شاخص ترکیبی توسعه اجتماعی به منظور سطح‌بندی مناطق تهیه شد (Dincer and Ozaslan, 2004).

USDA (2005) در پروژه ملی آمریکا شاخص‌های محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی جنگل‌های شهری را بررسی و عنوان کرد توسعه پایدار شهرها ارتباط مستقیم با وجود جنگل‌های شهری دارد. سایر نتایج پژوهش نشان داد شاخص‌های

¹Physical Quality of Life Index

²Genuine Savings

³Ecological Footprint

⁴Environmental Sustainability Index

⁵Living Planet Index

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

به منظور اجرای پژوهش، مناطق تهران از نظر سطح پارک‌های جنگلی و درختکاری و همچنین مساحت مناطق و جمعیت، بررسی شدند. بررسی‌ها نشان داد که نه منطقه از تهران از نظر برنامه‌ریزی‌های مربوط به جنگلداری شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند که عبارت‌اند از مناطق: ۱، ۲، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۱، ۱۹ و ۲۲.

شیوه اجرای پژوهش

در این پژوهش، شش شاخص جنگلداری شهری از نه منطقه تهران در سال ۱۳۹۲ از سالنامه آماری کشور در همین سال و منابع سازمان فضای سبز شهرداری تهران استخراج شد. متغیرها و شاخص‌های استفاده‌شده، کد و واحدهای اندازه‌گیری آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. گفتنی است که شاخص آلودگی هوا و تراکم جمعیت در منطقه به علت دارا بودن اثر منفی بر جنگلداری شهری به صورت عکس در محاسبات وارد شدند.

جدول ۱ - شاخص‌های استفاده‌شده برای تهیه شاخص ساختاری جنگلداری شهری

کد شاخص	نام شاخص	واحد اندازه‌گیری
X1	مساحت جنگلداری داخل شهری	متر مربع
X2	مساحت معابر درختکاری شده	متر مربع
X3	مساحت پارک‌های جنگلی داخل محدوده منطقه شهری	متر مربع
X4	شاخص آلودگی هوا	روز در سال
X5	تراکم جمعیت در منطقه	نفر به ازای متر مربع
X6	سرانه فضای واجد درخت در هر منطقه	متر مربع به ازای هر نفر

به منظور تشخیص مناسب بودن داده‌ها، از آماره KMO و آزمون بارتلت محاسبه شد (منصوف‌ر، ۱۳۸۵). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت که از روش‌های مهم طبقه‌بندی آنها در عامل‌های مستتر در بافت داده‌های تحقیق است. به منظور تعیین میزان شاخص‌های جنگلداری شهری تهران، از روش تحلیل عاملی استفاده شد و شاخص‌های ساختاری برای مناطق، محاسبه و سطح‌بندی شدند. در واقع مناطق مختلف شهر تهران از منظر جنگلداری شهری، سنجیده و سطح‌بندی و تفاوت آنها مشخص شد.

به طور خلاصه برای تهیه شاخص ساختاری با استفاده از تحلیل عاملی، ماتریس ضرایب همبستگی و ماتریس داده‌های استاندارد با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه شد. باید متذکر شد که قضاوت نهایی

در خصوص متغیرها و نقش آنها در عوامل، از طریق مقدار کل واریانس تبیین‌شده شاخص‌ها، توسط عوامل مشخص می‌شود. با توجه به اینکه مقدار خاص به دست آمده از اولین مؤلفه اصلی بیشترین سهم را در تبیین واریانس بین شاخص‌ها دارد، مقادیر مطلق تحت عنوان عامل‌های استخراج‌شده، می‌توانند به عنوان وزن هر کدام از شاخص‌ها انتخاب شوند. پس از محاسبه و تعیین وزن هر کدام از شاخص‌ها، باید شاخص‌ها، رفع اختلاف مقیاس شده و به اعدادی بدون بعد تبدیل شوند تا امکان ادغام وزن هر کدام از شاخص‌ها در مقادیر شاخص‌های مربوط به مناطق فراهم شود. رفع اختلاف مقیاس شاخص‌ها به روش استاندارد کردن، علاوه بر اینکه سبب تغییر در مبدأ می‌شود، واریانس را برای کلیه متغیرها برابر می‌کند، در برخی موارد نیز ممکن است برای بعضی از متغیرها

در این فرمول f_{jk} = رقم عامل k ام در منطقه J ام، i یکی از متغیرهای اصلی، l_{ik} بار عاملی k روی متغیر i و z_{ij} داده‌های استاندارد شده اولیه متغیر I در منطقه J می‌باشد (Miron et al., 2009).

به این ترتیب پس از رفع اختلاف مقیاس و بدون بعد کردن شاخص‌ها از طریق تقسیم بر میانگین، وزن‌های محاسبه شده برای هر کدام از شاخص‌ها، در ارقام رفع اختلاف مقیاس شده هر ستون از ماتریس ضرب شد و مقادیر متناظر با هر شاخص و منطقه به دست آمد. در نهایت با جمع کردن ردیف‌های ماتریس، شاخص ساختاری برای کلیه مناطق محاسبه شد که مبین جایگاه نسبی هر منطقه از منظر توسعه‌یافتگی جنگلداری شهری در مقایسه با یکدیگر بود.

نتایج

مقدار آماره KMO معادل ۰/۸۱۷ محاسبه شد که مبین کفایت حجم نمونه برای اجرای تحلیل عاملی اکتشافی و رویکرد تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تحلیل عاملی است. مقدار آزمون بارتلت نیز معادل ۳۹/۵۵۹ به دست آمد و با توجه به معنی دار بودن آزمون، داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب بودند (جدول ۲).

وزن منفی محاسبه شود. به همین دلیل و برای رفع این مشکل، از روش اصلاح شده آن یعنی تقسیم هر متغیر بر میانگین کل استفاده شد.

مقدار ویژه هر عامل، نسبتی از واریانس کل متغیرهاست که توسط آن عامل تبیین می‌شود. مقدار ویژه، از طریق مجموع مجذورات بارهای عاملی مربوط به تمام متغیرها در آن عامل قابل محاسبه است؛ بنابراین، مقادیر ویژه، اهمیت اکتشافی عامل‌ها را در ارتباط با متغیرها نشان می‌دهند و کم بودن این مقدار برای یک عامل به این معناست که عامل مذکور تأثیر اندکی در تبیین واریانس متغیرها داشته است و به همین دلیل نیز از چشم‌پوشی شده و از تحلیل کنار گذاشته می‌شود. بنابراین عواملی که مقادیر ویژه ۱ و بالاتر داشته باشند، در تحلیل نهایی استفاده می‌شوند. برای دوران روش واریماکس ۹۰ درجه با استفاده از نرم‌افزار SPSS اجرا شد. پس از محاسبه بارگذاری عامل‌ها، آخرین مرحله تحلیل عاملی، مرحله محاسبه امتیاز عامل‌ها بود که برای هر منطقه و هر شاخص ابتدا به صورت جداگانه و در نهایت به شکل شاخص ساختاری جنگلداری شهری محاسبه شد (رابطه ۱).

$$f_{jk} = \sum_{i=1}^m l_{ik} z_{ij} \quad \text{رابطه ۱}$$

جدول ۲- آماره‌های KMO و آزمون بارتلت

آماره KMO	
۰/۸۱۷	
۳۹/۵۵۹	Approx. Chi-Square
۱۵	df
۰/۰۰۱	Sig.
	آزمون بارتلت

نشان می‌دهند و کم بودن این مقدار برای یک عامل به این معناست که عامل مذکور تأثیر اندکی در تبیین واریانس متغیرها داشته است و به همین دلیل نیز قابل اغماض است و از تحلیل کنار گذاشته می‌شود. بنابراین عواملی که مقادیر ویژه ۱ و بالاتر داشته

در جدول ۳، مقدار ویژه و مجموع مجذورات بارهای عاملی درج شده است. مقدار ویژه، از طریق مجموع مجذورات بارهای عاملی مربوط به تمام متغیرها در آن عامل محاسبه شود، بنابراین، مقادیر ویژه، اهمیت اکتشافی عامل‌ها را در ارتباط با متغیرها

واریانسی اشاره دارد که هر سه عامل در مجموع توانسته‌اند آن را تبیین کنند). این درصد در تحلیل عاملی پذیرفتنی است و به واسطه آن می‌توان از مناسب بودن متغیرهای انتخاب شده برای تحلیل عاملی نیز اطمینان حاصل کرد (کلانتری، ۱۳۸۲). از مجموع سه عامل، عامل اول با ۳۹/۵۳ درصد بیشترین سهم و عامل چهارم نیز ۲۰/۵۹ درصد کمترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.

باشند، در تحلیل نهایی استفاده می‌شوند (جدول ۳). عوامل پس از چرخش به روش واریماکس، درصدهای متفاوتی را در خصوص مجموع مجذورات بارهای عاملی به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین، تنها سه عامل دارای مقدار ویژه بزرگتر از ۱ بوده و پذیرفتنی‌اند و قابلیت تبیین واریانس‌ها را دارند، به طوری که این سه عامل در مجموع ۸۷/۶۰۹ درصد واریانس‌ها را می‌توانند تبیین کنند (به درصد تجمعی

جدول ۳- کل واریانس تبیین شده توسط هر یک از عامل‌ها

عوامل	مجموع مجذورات			مجموع مجذورات			مقادیر ویژه اولیه
	بارهای عاملی استخراج شده			بارهای عاملی چرخش یافته			
	درصد از واریانس	مقدار ویژه	درصد از واریانس	درصد از واریانس	مقدار ویژه	درصد از واریانس	مقدار ویژه
۱	۳۳/۷۹۶	۲/۰۲۸	۳۹/۵۳۹	۳۳/۷۹۶	۲/۰۲۸	۳۹/۵۳۹	۲/۳۷۲
۲	۶۰/۹۲۵	۱/۶۲۸	۲۷/۴۷۱	۶۰/۹۲۵	۱/۶۲۸	۲۷/۴۷۱	۱/۶۴۸
۳	۸۷/۶۰۹	۲۶/۶۸۴	۸۷/۶۰۹	۸۷/۶۰۹	۱/۶۰۱	۸۷/۶۰۹	۱/۲۳۶
۴			۹۸/۷۰۱			۹۸/۷۰۱	۰/۶۶۶
۵			۹۹/۹۶۸			۹۹/۹۶۸	۰/۰۷۶
۶			۱۰۰/۰۰۰			۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۲

بیشترین همبستگی را به وجود می‌آورند. بنابراین شاخص‌ها براساس بار عاملی آنها دسته‌بندی شدند.

جدول ۴ ماتریس همبستگی بین شاخص‌ها و عامل‌ها را بعد از دوران نشان می‌دهد. مقادیری از شاخص‌ها که در جدول برای هر عامل درج شده، می‌توانند با یکدیگر عامل مربوط را تشکیل بدهند. در این جدول، بالاترین بار دو شاخص اول بر روی عامل دوم است. بنابراین شاخص‌های مساحت جنگلکاری داخل شهری و مساحت معابر درختکاری شده می‌توانند با هم عامل دوم را تشکیل بدهند که می‌توان آن را بنام جنگلکاری پراکنده درون شهری نامید. همچنین می‌توان عامل سوم را پارک جنگلی و عامل اول را سرانه جنگل

تفسیر ضریب‌های بار عاملی پیش از دوران، کار بسیار دشواری است، زیرا برخی از شاخص‌ها، همزمان با چندین عامل همبستگی متوسطی را نشان می‌دهند. به همین دلیل احتمال دارد یک متغیر بر بیش از یک عامل بار شده باشد، که ممکن است سبب پیچیده‌تر شدن تحلیل عاملی شود. برای رفع این مشکل، در بسیاری از موارد با چرخش عامل‌ها، بخشی از این گونه مشکلات را می‌توان رفع کرد. با دوران یافتن ماتریس همبستگی متغیرها با عوامل و محاسبه ماتریس همبستگی متغیرها با هر یک از عوامل پس از دوران، مقادیر بارهای عاملی یکباره تغییر می‌یابند و هر یک از شاخص‌ها بطور معمول تنها با یک عامل

شهری نام نهاد. شاخص چهارم به دلیل اینکه بار معنی‌داری روی عوامل نداشت، از تحلیل حذف شد.

جدول ۴- ماتریس ضرایب همبستگی متغیرها با هر یک از عامل‌ها (بارهای عاملی) پس از دوران

شاخص‌ها	عوامل		
	۱	۲	۳
X1		۰/۸۹۶	
X2		۰/۸۶۷	
X3			۰/۹۶۳
X4			
X5	۰/۹۷۷		
X6	۰/۹۳۹		

جدول ۵ ماتریس ضرایب امتیازات عاملی را برای شاخص ساختاری، ارقام به صورت نزولی مرتب شده و هر یک از شاخص‌ها نشان می‌دهد. پس از محاسبه جایگاه نسبی مناطق تعیین شد (جدول ۶).

جدول ۵- ماتریس تبدیل عامل

شاخص‌ها	عامل‌ها		
	۱	۲	۳
X1	-۰/۲۵۶	۰/۵۷۵	۰/۱۰۸
X2	۰/۲۳۰	۰/۵۱۱	-۰/۱۱۶
X3	۰/۶۴۵	-۰/۰۱۵	-۰/۱۳۵
X4	-۰/۳۷۳	۰/۰۸۷	-۰/۱۱۲
X5	-۰/۰۸۹	-۰/۰۹۰	۰/۵۰۵
X6	-۰/۰۴۳	۰/۱۲۰	۰/۴۷۱

جدول ۶- رتبه و شاخص ساختاری محاسبه شده به روش تحلیل عاملی

رتبه	نام منطقه	شاخص ساختاری
۱	منطقه ۲۲	۳/۷۱۵
۲	منطقه ۴	۳/۱۷۶
۳	منطقه ۱	۲/۷۱۳
۴	منطقه ۲	۲/۲۳۳
۵	منطقه ۱۵	۲/۲۱۹
۶	منطقه ۱۹	۱/۸۵۱
۷	منطقه ۱۱	۱/۵۱۶
۸	منطقه ۱۶	۱/۴۰۹
۹	منطقه ۱۰	۱/۰۲۳

رتبه اول قرار گیرد. منطقه ۴ وضعیتی مشابه منطقه ۲۲ دارد، با این تفاوت که سرانه فضای درختی و مساحت رفیوژهای کمتری دارد. پس از این دو منطقه، مناطق ۱، ۲ و ۱۵ با وضعیت مشابه نسبت به یکدیگر قرار دارند. توجه به میزان شاخص‌های منطقه ۱ نشان می‌دهد که این منطقه با وجود داشتن سرانه فضای درختی مناسب، پارک جنگلی داخل منطقه شهری ندارد. مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۶ و ۱۹ تهران دارای تراکم جمعیت زیاد، هوای نه‌چندان پاک و سطح درختکاری‌های اندک‌اند که موجب شده در رتبه‌های آخر قرار گیرند.

بر اساس نتایج این محاسبات، مناطق ۴، ۲۲ و ۱ به ترتیب با شاخص ترکیبی ۳/۷۱۵، ۳/۱۷۶ و ۲/۷۱۳ در رتبه‌های اول تا سوم و مناطق ۱۱، ۱۶ و ۱۰ به ترتیب با شاخص ترکیبی ۱/۵۱۶، ۱/۴۰۹ و ۱/۰۲۳ در رتبه‌های آخر قرار گرفته‌اند.

ماتریس مقایسه ارقام شاخص‌ها در هر منطقه، نتیجه فوق را تأیید می‌کند (جدول ۷). با توجه به این ماتریس می‌توان دریافت که منطقه ۲۲ از نظر وضعیت کلیه شاخص‌ها در وضعیت مناسب‌تری از سایر مناطق است. مساحت بالای پارک‌های جنگلی این ناحیه، مساحت درختکاری‌ها، هوای پاک و سرانه زیاد فضای درختی در منطقه ۲۲ موجب شده که در

جدول ۷ - ماتریس ارقام شاخص‌ها در مناطق مورد مطالعه

منطقه	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ۴	شاخص ۵	شاخص ۶
۱	۲۰۸۱۳۴۴	۳۵۱۸۸۰۸	۰	۲۳	۳۸۸/۸۸	۱۰/۸۳
۲	۴۸۹۵۰۸۸	۳۸۳۵۸۹۲	۰	۱	۸۲/۰۵	۱۱/۵۷
۴	۴۰۱۵۱۵	۳۸۸۹۲۳۷	۱۲۲۰۵۰۰۰	۰	۱۰۱/۸۷	۱۰/۳۲
۱۰	۲۵۷	۳۷۱۷۱۳	۰	۶	۳۰	۰/۹۵
۱۱	۲۲۳۴۶۲	۵۸۳۶۵۴	۰	۱۰	۲۲/۸۵	۲/۳۲
۱۵	۲۶۲۷۹۰۵	۹۱۹۲۵۲	۹۸۳۵۳۰	۱۰	۴۵۵/۱۲	۶/۳۲
۱۶	۲۴۱۹۸۵	۳۵۳۰۵۰	۰	۷	۴۵/۷۱	۱/۸۳
۱۹	۳۷۸۱۹۵	۹۲۷۸۲۷	۰	۱۰	۴۰۳/۳۳	۵/۲۲
۲۲	۹۵۳۹۶۷	۱۰۵۴۳۰۸	۳۳۶۷۵۲۵	۰	۲۲۵۰۰۰۰	۳۶/۶۰

کرد (جدول ۸).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در خوشه اول که به‌عنوان مناطق توسعه‌یافته شناخته شده است، دو منطقه ۲۲ و ۴ تهران جای گرفته‌اند. در خوشه دوم با عنوان مناطق با توسعه متوسط، سه منطقه ۱، ۲ و ۱۵ جای گرفته‌اند. چهار منطقه که توسعه‌نیافته نام‌گذاری شده‌اند، نیز شامل مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۶ و ۱۹ هستند.

پس از تبیین رابطه بین نتایج رتبه‌بندی مناطق، طبقه‌بندی مناطق بر اساس رتبه‌های به‌دست‌آمده توسط روش تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی در نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که سه فضای متمایز (خوشه) در سطح مناطق مشخص. این خوشه‌ها را می‌توان از منظر شاخص‌های مورد استفاده به سه گروه مناطق توسعه‌یافته از نظر جنگل‌های شهری، توسعه متوسط و توسعه‌نیافته طبقه‌بندی

جدول ۸- سطح‌بندی مناطق با استفاده از تحلیل خوشه‌ای

منطقه	نام خوشه
منطقه ۲۲	توسعه‌یافته
منطقه ۴	(خوشه ۱)
منطقه ۱	توسعه متوسط
منطقه ۲	(خوشه ۲)
منطقه ۱۵	
منطقه ۱۰	
منطقه ۱۱	توسعه‌نیافته
منطقه ۱۶	(خوشه ۳)
منطقه ۱۹	

روانی و جسمانی شهروندان ایجاد می‌شوند. بخش عمده تلاش‌های مربوط به جنگل‌های شهری تهران حول محور اصلی توسعه قطعات جنگلکاری درون شهری، درختان معابر و پارک‌های جنگلی قرار دارد. در سال‌های اخیر، علاوه بر توجه به جنگلداری شهری، تأثیر آن بر پایداری شهرها هم‌زمان با طرح رویکردهای مختلف توسعه در نظر گرفته شده است، زیرا یکی از مهم‌ترین الزامات برای قرار گرفتن در مسیر توسعه پایدار شهری، دارا بودن سطح مناسبی از جنگل‌های شهری و توجه به شاخص‌های تشکیل‌دهنده آن برای تعادل بخشی و تخصیص بهینه منابع به‌منظور رسیدن به توسعه پایدار در مناطق مختلف شهر است (Prescott, 1991; Chiesura, 2004; USDA, 2005). نظر به اهمیت این موضوع، در این پژوهش تلاش شد تفاوت‌های منطقه‌ای در نقاط مختلف شهر تهران با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های ساختاری جنگلداری شهری بررسی گردد. (Barker and Kenney (2012 و USDA (2005 پژوهش‌هایی با موضوع مشابه انجام دادند.

شاخص‌های ساختاری در زمینه‌های مختلف، موضوع مورد مطالعه پژوهشگران است. این شاخص‌ها با توجه به موضوع، انتخاب‌شده و روش‌های مختلف

علت تشکیل این خوشه‌های متمایز را از یک سو می‌توان به سطح درختکاری‌های وسیع در برخی مناطق و همچنین شرایط اکولوژیکی و طبیعی مناطق منتسب کرد. اتخاذ راهبردهای متفاوت، ایجاد قطب‌های رشد و تمرکز جمعیت در مناطقی خاص در سنوات گذشته، سبب شده در برخی از شاخص‌ها مانند مساحت پارک جنگلی داخل منطقه یا تراکم جمعیت در منطقه، تفاوت‌های زیادی بین منطقه ۲۲ و مناطقی نظیر منطقه ۱۰ تهران پدید آید که بازخورد آنها در نتایج شاخص‌های ترکیبی محاسبه و تفاوت بین مناطق نمایان شد. از سوی دیگر تفاوت‌های اکولوژیکی و طبیعی حاکم بر مناطق تهران سبب شده است برخی از شاخص‌ها مانند شاخص مساحت جنگل‌های شهری نیز نوسان زیادی در بین مناطق داشته باشد که این مسئله نیز تا حدود زیادی سطح‌بندی مناطق و قرار گرفتن آنها در خوشه‌های متمایز را توجیه می‌کند.

بحث

جنگل‌های شهری به‌عنوان بخشی از فضای شهر با هدف ایجاد اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی در داخل شهر، زیباسازی سیمای شهر و برآوردن نیازهای

سطح جنگل‌های شهری در هر منطقه، مساحت درختکاری‌ها و رفیوژها و جمعیت ساکن مناطق شهری و مجموعه‌ای از عوامل توسعه شهری مانند افزایش مناطق مسکونی و تجاری در مناطق پرجمعیت مانند منطقه ۱۰، در بروز این تفاوت‌ها و تفاوت در سطوح توسعه پایدار مناطق تأثیر گذاشت.

با توجه به نتایج می‌توان دریافت که منطقه ۲۲ از نظر کلیه شاخص‌ها در وضعیت مناسب‌تری نسبت به دیگر مناطق است. مساحت زیاد پارک‌های جنگلی این ناحیه، مساحت درختکاری‌ها و درختان معابر، هوای پاک و سرانه زیاد فضای درختی در منطقه ۲۲ موجب شده که این منطقه در رتبه اول قرار گیرد. منطقه ۴ وضعیت مشابهی با منطقه ۲۲ دارد با این تفاوت که سرانه فضای درختی و مساحت رفیوژهای کمتری دارد. پس از این دو منطقه، مناطق ۱، ۲ و ۱۵ با وضعیت مشابه نسبت به یکدیگر قرار دارند. مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۶ و ۱۹ تهران دارای تراکم جمعیت زیاد در منطقه، هوای نه‌چندان پاک و سطح درختکاری‌های اندک است که موجب شده این مناطق در رتبه‌های آخر قرار گیرند.

به این ترتیب این سطح‌بندی نشان داد مناطقی که در انتهای این فهرست قرار گرفته‌اند با مجموعه‌ای از مشکلات شهری مانند آلودگی هوا، ازدحام منطقه به تناسب جمعیت و مساحت منطقه، کمبود سرانه فضای واجد درخت و کمبود مساحت درختکاری‌ها روبه‌رو هستند که نشان‌دهنده اختلاف زیاد بین مناطق تهران از این لحاظ و دوگانگی توسعه جنگلداری شهری از منظر شاخص‌های مورد پژوهش است. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت برای مناطق مختلف تهران، بنا به شرایط محیطی، اجتماعی و اقتصادی خاصی که دارند، برنامه‌ریزی‌های گوناگون و متنوع در زمینه جنگلداری شهری لازم است تا برنامه‌ها و طرح‌های تصویب‌شده بتواند به بهترین صورت ممکن پاسخگوی نیازهای شهروندان مناطق تهران باشد و بدون کمترین آسیب و پیامد منفی چه

آماری برای محاسبه آنها برگزیده می‌شود. محاسبه شاخص کیفیت فیزیکی زندگی، شاخص پس‌اندازهای خالص، شاخص جای پای بوم‌شناختی، محاسبه شاخص پایداری محیط زیست و شاخص زمین زنده از این نوع پژوهش‌هاست (Yale University, 2006; OECD, 2008; Singh *et al.*, 2009).

در این پژوهش، برای سطح‌بندی و تهیه شاخص ساختاری ابتدا شاخص ساختاری جنگل‌های شهری شناسایی (USDA, 2005) و مقادیر هر کدام از مناطق برای سال ۲۰۱۳ گردآوری شد (Barker and Kenney, 2012). پس از گردآوری اطلاعات و داده‌های لازم، با استفاده از روش تحلیل عاملی (Miron *et al.*, 2009)، شاخص ساختاری برای مناطق ساخته و مناطق سطح‌بندی شدند (توفیق، ۱۳۷۲؛ امیراحمدی، ۱۳۷۵؛ فدافن و همکاران، ۱۳۹۳). طبقه‌بندی مناطق بر اساس رتبه‌های به‌دست‌آمده از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی نشان داد که سه فضای متمایز (خوشه) در سطح مناطق تشخیص داده می‌شوند (Das, 1999; Mederly, 2003; Dincer and Ozaslan, 2004). این خوشه‌ها را می‌توان از منظر توسعه‌یافتگی جنگلداری شهری به سه گروه توسعه‌یافته، نیمه‌توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته طبقه‌بندی کرد. در خوشه اول، دو منطقه؛ در خوشه دوم، سه منطقه؛ و در خوشه سوم نیز چهار منطقه شناسایی شدند.

همچنین نتایج سطح‌بندی مناطق با استفاده از شاخص ساختاری جنگلداری شهری نشان داد که منطقه‌های ۲۲ و ۴ عمدتاً در رتبه‌های اول و مناطق ۱۰ و ۱۶ نیز عمدتاً در رتبه‌های آخر قرار گرفته‌اند. مقایسه ارقام شاخص‌ها با استانداردهای اعلام‌شده برای شاخص‌های مورد پژوهش، نشان می‌دهد شاخص‌ها در مناطق ۲۲ و ۴ به استانداردهای ذکرشده نزدیک‌تر است که نتایج سطح‌بندی انجام گرفته را تأیید کرد (Segnestam, 2002; Dobbs *et al.*, 2011). تفاوت در وجود منابع مانند

فدافن، فاطمه، افشین دانه‌کار، شراره پورابراهیم و مصطفی بیگلر فدافن، ۱۳۹۳. کاربرد شاخص ترکیبی GPSIN در ارزیابی پایداری گردشگری، اولین همایش ملی توریسم و گردشگری سبز، همدان، انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه، ۱۸ اردیبهشت، ۱۰ ص.

کلانتری، خلیل، ۱۳۸۰. برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای تئوری‌ها و تکنیک‌ها، انتشارات خوشبین، تهران، ۲۰۰ ص.
کلانتری، خلیل. ۱۳۸۲. پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی - اقتصادی، نشر شریف، تهران، ۱۸۰ ص.
منصورفر، کریم، ۱۳۸۵. روش‌های پیشرفته آماری همراه با برنامه‌های کامپیوتری، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۵۰ ص.

Akerlund U., K.L. Randrup, and J. Schipperijn, 2006. Urban and Peri urban forestry and greening in West and Central Asia: Experiences, constraints and prospects, FAO, LSP Working Paper, Berlin, 11 pp.

Barker, E.J., and W.A. Kenney, 2012. Urban forest management in small Ontario municipalities, *The Forest Chronicle*, 88(3): 118-123.

Burton, E., 2002. Measuring urban compactness in UK towns and cities, *Environment and Planning*, 29(2): 21-25.

Chiesura, A., 2004. The role of urban parks for the sustainable city, *Landscape and Urban Planning*, 68(2): 129-138.

Christensen, N.L., A.M. Bartuska, J.H. Brown, S. Carpenter, C. Dantonio, F.R., Franklin, J.F. MacMahon, J.A. Noss, R.F. Parsons, D.J. Peterson, C.H. Turner, and M.G. Woodmansee, 1996. The report of the ecological society of American committee on the scientific basis for ecosystem management, *Ecological Applications*, 6(3): 665-691.

Das, A., 1999. Socio economic development in India: A regional analysis, *Development and Society*, 28(2): 313-345.

Dincer, B., and M. Ozaslan, 2004. Regional disparities and territorial indicators in Turkey, Economic Development Press Inc., 78 pp.

از نظر اقتصادی-اجتماعی و چه از نظر محیط زیستی، به ارتقای کیفیت زندگی شهرنشینان بپردازد. تدوین و طراحی یک راهبرد طولانی‌مدت و تقسیم اجرای زمانی آن در راهبردهای میان‌مدت مختص مناطق جداگانه، بهترین راه حل برای اجرای برنامه‌ریزی‌های جنگلداری شهری تهران است. جنگلداری شهری از مؤلفه‌های کلیدی توسعه پایدار شهر تهران است و توجه ویژه به توسعه سطح جنگل‌های شهری، نگهداری از فضاهای موجود و تدوین طرح‌های منطقه‌ای، به بهینه‌سازی کیفیت زندگی شهروندان و تخصیص منابع کافی در مناطق مختلف تهران کمک شایانی خواهد کرد.

منابع

امیراحمدی، هوشنگ، ۱۳۷۵. پویایی‌شناسی توسعه و نابرابری استان‌های ایران، ماهنامه اطلاعات سیاسی اقتصادی، ۱۰۹ (۳): ۸۴-۷۸.

بهرام‌سلطانی، کامبیز، ۱۳۷۲. مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی، انتشارات مرکز مطالعات معماری و شهرسازی ایران، تهران، ۲۳۰ ص.

توفیق، فیروز، ۱۳۷۲. تحلیل عاملی و شاخص‌های منطقه‌ای، آبادی، ۱۰ (۱): ۲۰-۱۴.

ربیعی‌فر، ولی‌اله، کرامت اله زیاری و غلامرضا حقیقت‌نابینی، ۱۳۹۲. ارزیابی توسعه پایدار شهر زنجان از دیدگاه زیست‌محیطی بر پایه تکنیک SWOT، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۴ (۱۶): ۱۳۰-۱۰۵.

زارع، سارا، سمیه کرمی و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۸۸. مبانی جنگلداری شهری، انتشارات پلک، تهران، ۲۱۴ ص.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، مصوبات ۱۳۸۹، دوره ۸، شماره ابلاغیه ۱۰.

- Dobbs, C., F.J. Escobedo, W.C. Zipperer, 2011. A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators, *Landscape and Urban Planning*, 99(11): 196-206.
- EEA, 1995. Europe's environment, in: the Dobris Assessment, edited by Stanners, D., Bourdeau, Ph., European environment agency publishing, Copenhagen, 56-73.
- FAO, 2004. Urban and peri urban forestry and greening in west and central Asia, Access to natural resources sub-program, LSP working paper, 36 pp.
- Haughton, G., and C. Hunter, 2005. Sustainable cities, Taylor and Francis press Inc., New York, 83 pp.
- Helms, J., 1998. The dictionary of forestry, Society of American foresters press Inc., Bethesda, 42 pp.
- Kenney, W.A., P.J.E. Van Wassenaeer, and A.L. Satel, 2011. Criteria and indicators for strategic urban forest planning and management, *Arboriculture and Urban Forestry*, 37(3): 108-117.
- Maser, C., 1994. Sustainable forestry, philosophy, science and economics, Lucie Press Inc., Florida, 373 pp.
- Mederly, P., 2003. Sustainability of life indicators at global, national and regional level, *foresight Journal*, 5(5): 42-49.
- Miron, D., A.M. Dima and C. Paun, 2009. A model for assessing Romania's real convergence, based upon distances and clusters methods, *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research* 43(1): 5-22.
- OECD, 2008. Handbook on constructing composite indicators, methodology and user guide, European commission press Inc., Corrigena, 86 pp.
- Prescott, R., 1991. Caring for the earth: A strategy for sustainable living, IUCN Press Inc., Switzerland Gland City, 37 pp.
- Roseland, M., G. Davidson, and A. Don, 2003. Eco city dimensions: Healthy communities, healthy planet Inc., New York, 235 pp.
- Seamans, G.S., 2013. Mainstreaming the environmental benefits of street trees, *Urban Forestry and Urban Greening*, 12(1): 20-21.
- Segnestam, L., 2002. Indicators of environment and sustainable development, theories and practical Experience, The world bank environment department press Inc., New York, 66 p.
- Singh, R.K., H.R. Murty, and S.K. Dikshit, 2009. An overview of sustainability assessment methodology, *Ecological Indicators*, 9(4): 189-212.
- USDA Forest Service, Pacific Southwest Research, 2005. Center for urban forest research station, unpublished handbook.
- Wilson, J., P. Tyedmers, and R. Pelot, 2006. Contrasting and comparing sustainability indicators, *International Journal of Transdisciplinary Research*, 3(1): 44-68.
- Yale University, 2006. Environmental sustainability index, Yale press Inc., New Haven, 25 pp.

Evaluating Tehran districts from perspective of urban forestry's structural indicators

S. Zare^{1*}, M. Namiranian², H. Shabanali Fami³, J. Feghi⁴, and A. Danekar⁵

¹Ph.D. of forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

²Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

³Associate Prof., Faculty of Agricultural Management and Development, University of Tehran, I. R. Iran

⁴Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

⁵Associate Prof., Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 11 June 2015, Accepted: 23 February 2016)

Abstract

According to the importance of regional differences in the country's strategic plans and also direct role of urban forests in sustainable development of cities, this research at identifying the regional differences from the perspective of urban forestry indicators. For this purpose, initially, six indicators have been identified and their related data has been gathered for nine urban districts of the Tehran from Tehran Municipality and Park and Green Spaces Organization. In order to weight the indicators for providing Tehran urban forest's structural indicators, the factor analysis method has been used and structural indicators for the districts have been calculated and categorized. Dividing by the average method was used to remove the differences in scales. The sum of squared rotated loadings and sum of squared extracted loadings showed three components totally can reveal 87.60% of the variances. According to the results, Tehran districts 4 and 22, have been mainly ranked first and second from the aspect of urban forest' indicators and have better conditions compared with other districts. While district 11, 16 and 10 in Tehran are ranked among the last. For the first time, in this research, providing structural indicators for Tehran urban forests was done, with the aim of more alignment of approved projects with the needs of citizens and improving their quality of life.

Keywords: Structural indicator, Urban forestry, Principal Component Analysis method.